



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 10 426 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 05 B 15/00

21 Aktenzeichen: 199 10 426.3  
22 Anmeldetag: 10. 3. 1999  
43 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 10 426 A 1

- 71 Anmelder:  
Renner, Peter, Dipl.-Ing., 51515 Kürten, DE
- 74 Vertreter:  
Nau, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 51465 Bergisch  
Gladbach
- 72 Erfinder:  
gleich Anmelder
- 56 Entgegenhaltungen:  
ENGLER, F. et. al.: "Intelligente Stations-  
leittechnik-Monitoring und Diagnose in Hoch-  
spannungsschaltanlagen" In: ABB Technik 3/1998;  
DINGES R.: "Flesible Systemlösungen in der  
Stationsleittechnik" In: etz 19/1996;  
EPPLE, U.: "Das Prozeßleitsystem SIMATIC PCC 7  
von Siemens" In: atp-Automatisierungstechnische  
Praxis 40 (1998) 10;  
TÖNISSEN, A.: "Anlagesteuerung durch

dezentrales  
Netzwerk" In: Maschinenmarkt Würzburg 104  
(1998) 11;  
WEHRES, V.: "Wirtschaftliche und technische  
Auswirkungen der digitalen Feldtechnik auf die  
Prozeßleittechnik" In: atp-Automatisierungs-  
technische Praxis 40 (1998) 3;  
LOCHNER, K.-H. et al.: "Bewertung der Feldbus-  
technik im Kraftwerk aus Sicht der Leitanlagen-  
hersteller" In: atp-Automatisierungstechnische  
Praxis 40 (1995);  
Henzmann, P.: "Prozeßleitsystem auf PC-Basis"  
In: Technische Rundschau, Nr. 16, 1998;  
POLKE, P.: "Prozeßleittechnik", Oldenbourg  
Verlag München, Wien, 2. Aufl. 1994, S. 453-50  
6;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

- 54 Dezentrale Prozessautomation
- 57 Die Erfindung bezieht sich auf ein dezentrales Automa-  
tisierungs-System entsprechend der Automatisierungs-  
pyramide, bei dem die Anzahl der Ebenen auf zwei redu-  
ziert wird, auf eine Leitebene und eine Prozess/Feldebene.  
Für die Leitebene können die im Unternehmen vorhande-  
nen, vernetzten Server und Arbeitsplatzrechner genutzt  
werden. Für die Vernetzung der Geräte der Leitebene und  
der Prozess/Feldebene kann das im Unternehmen vor-  
handene Datennetz genutzt werden.

DE 199 10 426 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Automatisierungssystem, dessen Struktur die klassischen drei Ebenen (Schichten) Leitebene, Prozessebene und Feldebene enthält. In der Literatur wird zur Darstellung solcher Automatisierungssysteme die Prozesspyramide verwendet. Ein Dreieck mit der Spitze nach oben, dessen Fläche in drei horizontale Flächen-  
teile (Schichten) aufgeteilt ist. Die Basisfläche wird als Feldebene, die mittlere Fläche als Prozessebene und die Fläche zur Spitze wird als Leitebene bezeichnet.

Die Feldebene beinhaltet die physischen Schnittstellen zum Prozess, über die die Prozessdaten erfasst werden und in Echtzeit an die Prozessebene weitergegeben werden. Zudem werden Steuer- und Regelwerte von der Prozessebene empfangen und an den Prozess weitergegeben.

Die mittlere (Prozess-) Ebene empfängt die Prozess-Signale von der Feldebene, berechnet die Steuer- und Regelwerte und gibt sie an die Feldebene weiter. Zudem ist sie zum Datenaustausch über einen Bus mit der Leitebene verbunden.

Die Leitebene beinhaltet ein oder mehrere Rechner (PC oder mittlere Datentechnik), die miteinander vernetzt sind. Aufgabe der Leitebene ist es, die Daten aufzubereiten und zu archivieren. Sie enthält ferner die Mensch/Maschinen Schnittstellen, wodurch es ermöglicht wird den Prozess zu bedienen und zu beobachten. Sie erledigt übergeordnete Steuerungen betrieblicher Abläufe und ermöglicht die Prozessüberwachung mit der Ausgabe von Störungsprotokollen.

Die drei Ebenen sind meistens durch standardisierte Busse miteinander vernetzt. Es ist anzumerken, dass der Datenaustausch zwischen Feld- und Prozessebene wegen der zeitkritischen Steuer- und Regelfunktionen in Echtzeit stattfinden muss.

Ein in der beschriebenen Form organisiertes Automatisierungssystem hat eine Reihe von Mängeln.

Durch die Umformungen der Messwerte und die Zeit, die erforderlich ist, um sie über die verschiedenen Bussysteme zwischen den Ebenen und innerhalb der Leitebene zu transferieren, leidet die Messdichte, so dass die Messrate an den Auswerterechnern der Leitebene derartig beschränkt ist, dass besonders bei schnellen Prozessen eine Prozessanalyse nicht möglich ist.

Der technische Aufwand für solche Systeme ist beträchtlich, wodurch die Verfügbarkeit gemindert ist.

Durch die verschiedenen Bussysteme, der unterschiedlichen Hardware und Software in den drei Ebenen mit all den Problemen des Zusammenwirkens der verschiedenen Systeme ist der Aufwand für den Service unvermeidbar hoch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, diese Mängel zu beseitigen. Dies geschieht erfindungsgemäss dadurch, dass die Funktionen der Prozessebene in die dezentralisierten Geräte der Feldebene verlegt werden, und dass alle teilnehmenden Geräte mit dem gleichen physischen Datenübertragungssystem vernetzt werden.

Dadurch, dass man die zentralisierten Funktionen der Prozessebene in die Feldebene verlegt, entfällt die Prozessebene. Die neue mit erhöhter Funktionalität ausgestattete Ebene kann als Prozess/Feld-Ebene bezeichnet werden. Dadurch entfällt der Feldbus, der den Datenaustausch zwischen Feld- und Prozessebene realisiert. Damit entfällt ein erster Flaschenhals, der das System erheblich ausbremst. Die zentralisierte Funktion der Prozessebene ist durch die Verlagerung in dezentrale Feldgeräte auf eine grössere Anzahl von Geräten verteilt. Dadurch entsteht eine Parallelverarbeitung, die zu einer weiteren Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit führt. Nun hat man eine Prozess/Feld-Ebene und eine Leit-

ebene, die nur noch durch ein Datennetz, das aus mehreren lokalen Datennetzen bestehen kann, miteinander verbunden sind.

In einer weiteren Ausbildung des Erfindungsgedanken ist vorgesehen, dass das im Unternehmen an sich vorhandene Datennetz (Ethernet) genutzt wird mit all den Vorteilen, die sich hinsichtlich der Investitionen und der Instandhaltung ergeben.

In einer weiteren Ausbildung des Erfindungsgedanken ist vorgesehen, die Geräte der Prozess/Feld-Ebene und der Leitebene die gleichen Übertragungsprotokolle benutzen, so dass jedes Gerät der Prozess/Feld-Ebene und der Leitebene mit jedem anderen Gerät kommunizieren kann, so dass Flaschenhälse weitgehendst vermieden werden.

In einer weiteren Ausbildung des Erfindungsgedanken ist vorgesehen, dass anstelle der spezialisierten Rechner der Leitebene die an sich vorhandenen (vernetzten) Arbeitsplatzrechner genutzt werden. Auf diesen Rechnern können nun die anderen täglichen Aufgaben wie Textverarbeitung, Tabellenkalkulation, E-Mails ebenfalls erledigt werden mit all den Vorteilen, die sich durch eine solche Organisation ergeben.

In einer weiteren Ausbildung des Erfindungsgedanken ist vorgesehen, dass Standard-Übertragungsprotokolle benutzt werden. Dadurch kann eine Vielfalt von Softwareprogrammen genutzt werden, die ebenfalls diese Protokolle enthalten.

Durch diese Erfindung muss die Definition dezentralisierter Automatisierungsmodelle neu durchdacht werden. Prinzipiell sind alle Teilnehmer nun gleichwertig. Somit kann man eine solche Einrichtung besser mit dem Begriff Automatisierungsnetz bezeichnen. Die Rechner der Leitebene beinhalten die Mensch/Maschinen-Schnittstellen mit der zugehörigen Datenverarbeitung, während die Geräte der Prozess/Feld-Ebene die Schnittstellen zum Prozess beinhalten einschliesslich der Verknüpfung der Signale in Form von Steuer- und Regelaufgaben.

Im folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung unter Bezugnahme auf die **Abb. 1** und **2** beschrieben:

**Abb. 1** zeigt die Gegenüberstellung der beiden Automatisierungs-Modelle

- des Dreischichten-Modells der klassischen Automatisierungspyramide.
- des Zweischichten-Modells der Automatisierungspyramide entsprechend der Erfindung.

- 1** ist die Leitebene der Automatisierungspyramide.
- 2** ist die Prozessebene der Automatisierungspyramide.
- 3** ist die Feldebene der Automatisierungspyramide.
- 4** ist die Prozess/Feldebene des Automatisierungsnetzes.
- 5** ist die Leitebene des Automatisierungsnetzes.

Bei der Automatisierungspyramide **1**, **2** und **3** sind die drei Ebenen durch 2 Datenbusse miteinander verbunden. Die Rechner der Leitebene **1** sind miteinander vernetzt.

Diese unübersichtliche Struktur führt zu erheblichen Problemen bei der Verfügbarkeit der Anlage.

Es kommt zu unerträglichen Datenverlusten. Werden zum Beispiel Messdaten im Millisekundenrhythmus von der Feldebene **3** erfasst, so kommt nur noch jeder tausendste Messwert in der Leitebene **1** an. Somit ist eine Prozessanalyse schnell veränderlicher Messwerte nicht möglich.

Bei der Automatisierungspyramide **4** und **5** ist der Weg von den Sensoren als Datenquelle via Prozess/Feldebene **4** und Messdatennetz zur Leitebene **5** abgekürzt, so dass die Datenverluste erheblich geringer sind. Zudem können die Messdaten mit einem Zeitstempel versehen und in der Pro-

zess/Feldebene 4 zwischengespeichert werden. Dadurch können die Daten offline (zeitversetzt) übertragen werden, wodurch eine Prozess- und Störungsanalyse erst ermöglicht wird.

Abb. 2 zeigt die schematische Darstellung einer Automatisierungspyramide entsprechend der Erfindung.

1 sind die Rechner (Arbeitsplatzrechner) der Leitebene.

2 ist das lokale Datennetz, das die Geräte 1 der Leitebene miteinander verbindet.

7 ist das lokale Datennetz, das die Geräte 4 der Prozess/Feldebene miteinander verbindet.

3 ist eine Glasfaserverbindung zwischen den lokalen Netzwerken 2, 7.

4 sind die dezentralen Geräte der Prozess/Feld-Ebene.

5 sind die Signalleitungen zwischen den Sensoren (Temperatur, Druck, Durchfluss . . .) und den Geräten der Prozess/Feld-Ebene 4.

6 ist der technische Prozess, den es zu automatisieren gilt.

Die Funktion ist folgende:

Die Geräte 4 der Prozess/Feldebene erfassen die Messdaten (analog und digital) vom Prozess 6 über die Signalleitungen 5.

Die Analogdaten werden durch Analog-Digital Wandler in digitale Werte gewandelt. Bei den Analogdaten handelt es sich typisch um Drücke, Temperaturen, Durchflüsse etc. Diese Analogdaten werden von spezialisierten Sensoren im Prozess 6 geliefert.

Bei den Digitaldaten handelt es sich um Vorgänge, die einen statischen Zustand repräsentieren, z. B. eine Klappe ist geöffnet/geschlossen, ein Aggregat ist ein/ausgeschaltet oder um dynamische Vorgänge, z. B. einer Drehzahl. Der Drehzahlsensor liefert eine Impulsreihe, deren Frequenz den Wert der Drehzahl repräsentiert.

Die so erfassten, nun digital vorliegenden Daten werden mit einem Zeitstempel, der auch das Datum enthalten kann, versehen und seriell, mittels eines standardisierten Datenprotokoll via Datennetze 7, 3 und 2 an die Geräte 1 der Leitebene weitergegeben.

Ferner werden die Daten zu Steuer- und Regelwerten verknüpft und über die physischen Schnittstellen via geeigneter Aktoren an den Prozess 6 zurückgegeben mit dem Ziel, den Prozess 6 in der geeigneten Weise zu steuern und zu regeln.

Aufgabe der Rechner 1 der Leitebene ist es, Daten aufzubereiten und zu archivieren. Sie enthält ferner die Mensch/Maschinen Schnittstellen, wodurch es ermöglicht wird, den Prozess zu bedienen, zu beobachten und zu analysieren. Sie erledigen übergeordnete Steuerungen betrieblicher Abläufe, ermöglichen die Prozessüberwachung mit der Ausgabe von Störungsprotokollen.

tiv Daten an jeden an die anderen Teilnehmer versenden können (Masterfunktion).

3. Dezentrales Automatisierungs-System nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß alle Teilnehmer die gleichen Übertragungsprotokolle benutzen.

4. Dezentrales Automatisierungs-System nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das im Unternehmen vorhandene Datennetz genutzt wird.

5. Dezentrales Automatisierungs-System nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Rechner der Leitebene die an sich im Unternehmen vorhandenen Arbeitsplatzrechner genutzt werden.

6. Dezentrales Automatisierungs-System nach Anspruch 1 bis 5 dadurch gekennzeichnet, daß Standard-Übertragungsprotokolle genutzt werden, die auch für allgemeine Aufgaben der Datenkommunikation genutzt werden.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Patentansprüche

1. Dezentrales Automatisierungs-System, das auf den Grundsätzen der Automatisierungspyramide beruht, bei dem die dezentralen Geräte der Feldebene die physischen Schnittstellen zum Prozess (Analog- und Digital Ein/Ausgänge) enthalten, bei dem die Geräte der Prozessebene zentralisiert sind, bei dem die Leitebene aus einem oder mehreren Rechnern besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Funktionen der Prozessebene in die dezentralen Geräte der Feldebene verlagert werden und alle Geräte mit dem gleichen physischen Datennetz vernetzt werden.

2. Dezentrales Automatisierungs-System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die dezentralen Prozess/Feld Geräte und die Rechner der Leitebene ak-

Anmelder : Peter Renner  
Heiligenstock 2  
D-51515 Kürten

Aktenzeichen : \_\_\_\_\_

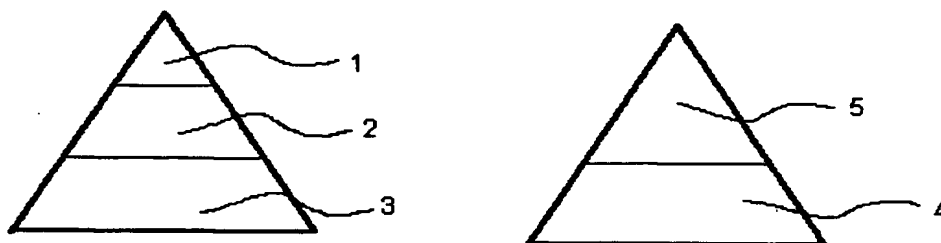


Abbildung 1

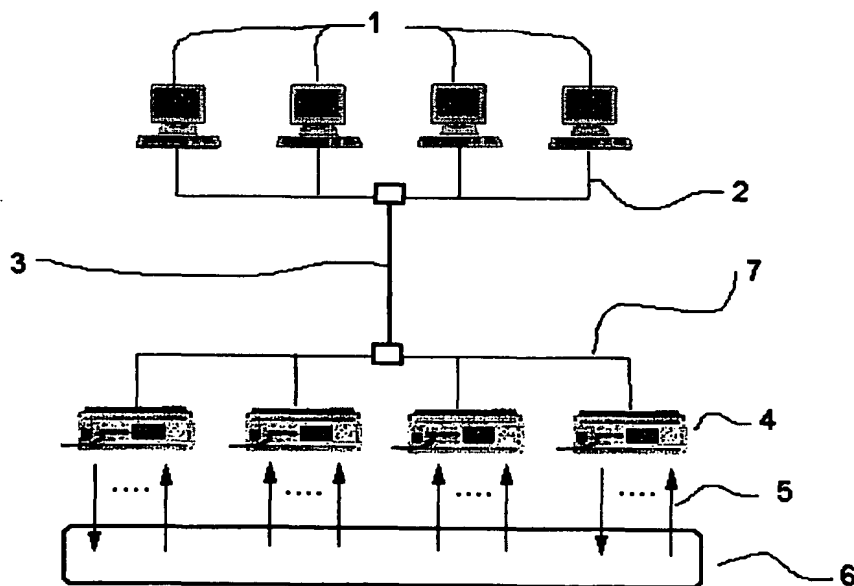


Abbildung 2